

DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING IMAGE

Patent number: JP2001203878

Publication date: 2001-07-27

Inventor: KAMIJO KOICHI; MORIMOTO NORISHIGE;
TONEGAWA SATOKO

Applicant: IBM

Classification:

- international: H04N5/91; G06T1/00; G06T9/00; H04N1/387;
H04N1/40; H04N1/41; H04N7/30; H04N5/91; G06T1/00;
G06T9/00; H04N1/387; H04N1/40; H04N1/41;
H04N7/30; (IPC1-7): H04N1/387; G06T1/00; H04N1/40;
H04N1/41; H04N5/91; H04N7/30

- european: G06T1/00W6C; G06T9/00T

Application number: JP20000012520 20000121

Priority number(s): JP20000012520 20000121

Also published as:

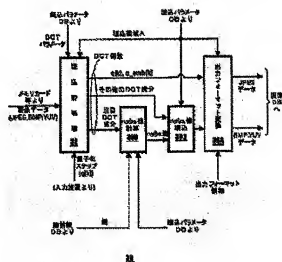
US7046817 (B2)
US2001010729 (A1)
GB2359211 (A)

Report a data error here

Abstract of JP2001203878

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent embedded authentication information from being lost, even if quantizing processing is performed after the authentication information is embedded.

SOLUTION: A pre-embedding part 32 converts the value of image data, so that the value after quantizing processing can not be changed by an error added by embedding processing of embedded data. A hash value calculating part 300 calculates a hash value from image data and key information and a hash value embedding part 302 embeds the hash value in the image data. An output format converting part 304 generates JPEG data, by applying quantizing processing or the like to the image data embedded with the hash value.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード [*] (参考)	
H 0 4 N	1/387	H 0 4 N	1/387	5 B 0 5 7
G 0 6 T	1/00		1/41	B 5 C 0 5 3
H 0 4 N	1/40	G 0 6 F	15/66	B 5 C 0 5 9
	1/41	H 0 4 N	1/40	Z 5 C 0 7 6
	5/91		5/91	P 5 C 0 7 7
審査請求 有 請求項の数15 O L (全 25 頁) 最終頁に続く				

審査請求 有 請求項の数15 O L (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-12520 (P2000-12520)

(22) 出願日 平成12年1月21日 (2000.1.21)

(71) 出願人 390009531

インターナショナル・ビジネス・マシーン
ズ・コーポレーションINTERNATIONAL BUSIN
ESS MACHINES CORPO
RATION

アメリカ合衆国10504、ニューヨーク州

アーモンク (番地なし)

(74) 代理人 100086243

弁理士 坂口 博 (外1名)

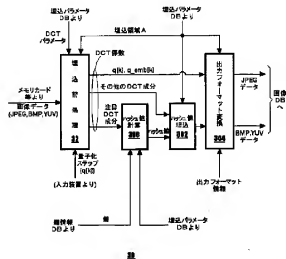
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置およびその方法

(57) 【要約】

【課題】 認証情報を埋め込んだ後に量子化処理をしても、埋め込まれた認証情報が失われることがないようにする。

【解決手段】 埋込前処理部32は、埋め込みデータの埋め込み処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換する。ハッシュ値計算部300は、画像データと隠情報からハッシュ値を計算し、ハッシュ値埋込部302は、画像データにハッシュ値を埋め込む。出力フォーマット変換部304は、ハッシュ値が埋め込まれた画像データを量子化処理などし、JPEGデータを生成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換する変換手段（3 2）と、

画像データに対して前記所定の処理を行う処理手段（3 0 0、3 0 2）と、

前記所定の処理がなされた画像データを量子化処理する量子化手段（3 0 4）とを有する画像処理装置。

【請求項 2】 前記処理手段は、前記画像データを分割し、分割した画像データそれぞれに埋め込みデータを埋め込む埋込処理を行い（5 0）と、

前記分割された画像データそれぞれに埋め込まれた埋め込みデータを検出する検出手段（6 0）をさらに有する請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記変換手段は、画像データに含まれる画素それぞれの形式を変換する形式変換手段（3 2 6、3 3 0）と、

前記量子化処理に用いられる量子化値に基づいて、前記形式が変換された画素データの値を調節処理する調節手段（3 3 2）とを有し、

前記形式が変換された画素データそれぞれが、前記所定の処理により加わる誤差の値により量子化処理後の値が変化しないようになるまで、前記形式変換処理と、前記調節処理とを繰り返す請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記処理手段は、前記画像データに対して埋込データを埋め込む埋込処理を前記所定の処理として行う請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記処理手段は、所定の鍵情報と前記画像データとに基づいてハッシュ値を計算するハッシュ値計算手段（3 0 0）と、

計算の結果として得られた前記ハッシュ値を、前記画像データに埋め込む埋込処理手段（3 0 2）とを有する請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 前記画像データに埋め込まれた埋込データを検出する検出手段（3 0）をさらに有する請求項 4 または 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】 前記量子化された画像データを逆量子化する逆量子化手段（4 2 2）と、

前記逆量子化された画像データに埋め込まれたハッシュ値を抽出する抽出手段（4 0 0）と、

前記画像データと、前記ハッシュ値の計算に用いられた鍵情報とに基づいて、ハッシュ値を計算する計算手段（4 0 2）と、

前記抽出されたハッシュ値と前記計算されたハッシュ値とに基づいて、前記量子化された画像データに改ざんが加えられたか否かを検出する改ざん検出手段（4 0 4）とを有する請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 8】 所定の処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換し、

画像データに対して前記所定の処理を行い、

前記所定の処理がなされた画像データを量子化処理する画像処理方法。

【請求項 9】 所定の処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換する変換ステップと、

画像データに対して前記所定の処理を行う処理ステップと、

前記所定の処理がなされた画像データを量子化処理する量子化ステップとをコンピュータに実行させるプログラムを記録した記録媒体。

【請求項 1 0】 前記処理ステップは、前記画像データを分割し、分割した画像データそれぞれに埋め込みデータを埋め込む埋込処理を行い、

前記分割された画像データそれぞれに埋め込まれた埋め込みデータを検出する検出ステップをさらに有する請求項 9 に記載の記録媒体。

【請求項 1 1】 前記変換ステップは、画像データに含まれる画素それぞれの形式を変換する形式変換ステップと、

前記量子化処理に用いられる量子化値に基づいて、前記形式が変換された画素データの値を調節処理する調節ステップとを有し、

前記形式が変換された画素データそれぞれが、前記所定の処理により加わる誤差の値により量子化処理後の値が変化しないようになるまで、前記形式変換処理と、前記調節処理とを繰り返す請求項 9 に記載の記録媒体。

【請求項 1 2】 前記処理ステップは、前記画像データに対して埋込データを埋め込む埋込処理を前記所定の処理として行う請求項 9 に記載の記録媒体。

【請求項 1 3】 前記処理ステップは、所定の鍵情報と前記画像データとに基づいてハッシュ値を計算するハッシュ値計算ステップと、

計算の結果として得られた前記ハッシュ値を、前記画像データに埋め込む埋込処理ステップとを有する請求項 1 2 に記載の記録媒体。

【請求項 1 4】 前記画像データに埋め込まれた埋込データを検出する検出ステップをさらに有する請求項 1 2 または 1 3 に記載の記録媒体。

【請求項 1 5】 前記量子化された画像データを逆量子化する逆量子化ステップと、

前記逆量子化された画像データに埋め込まれたハッシュ値を抽出する抽出ステップと、

前記画像データと、前記ハッシュ値の計算に用いられた鍵情報とに基づいて、ハッシュ値を計算する計算ステップと、

前記抽出されたハッシュ値と前記計算されたハッシュ値とに基づいて、前記量子化された画像データに改ざんが加えられたか否かを検出する改ざん検出ステップとを有する請求項 1 3 に記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、著作権情報などの認証情報（埋め込みデータ）を埋め込んだ画像データ等を、圧縮のために量子化しても、埋め込まれた認証データが失われないようにした画像処理装置およびその方法に関する。

【0002】

【従来の技術】例えば、国際公開WO97/49235号公報（文献1）は、ピクセル・ブロック・コーディング（Pixel Block Coding；PBC）により、画像データ等のコンテンツデータに著作権情報など（以下、一般的に認証情報あるいは埋め込みデータ等とも記す）を、視覚的に感知できないように埋め込む方式（以下、このようにコンテンツデータに感知できないように認証方法を埋め込む方式を「エレクトロニックウォーターマーキング方式」とも記す）を開示する。

【0003】また、国際公開WO98/116928号公報（文献2）は、文献1等に開示されたエレクトロニックウォーターマーキング方式を応用して、画像データの改変を禁止し、著作物を有効に保護する方法を開示する。また、特開平10-164549号公報（文献3）は、文献1等を開示されたエレクトロニックウォーターマーキング方式を改良し、画像データに認証情報を一体不可分に埋め込むことにより、画像データの改変を検出する方法を開示する。

【0004】また、これらの文献の他、特開09-151747号公報、特開平10-83310号公報、特開平10-106149号公報、特開平10-161933号公報、特開平10-164349号公報、特開平10-285562号公報、特開平10-334272号公報、特開平10-240626号公報、特開平10-240129号公報（文献4～12）等も、エレクトロニックウォーターマーキング方式に関する発明を開示する。

【0005】しかしながら、これらの文献に開示された方式は、認証情報を埋め込んだ後の画像データの圧縮符号化を十分に考慮していなかった。つまり、これらの方式により埋め込まれた認証情報が量子化値より少ない場合には、埋め込まれた画像データが量子化の結果、消失してしまう可能性がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、圧縮符号化に適した画像処理装置およびその方法を提供することを目的とする。特定のには、本発明は、認証情報を埋め込んだ後に量子化処理をしても、埋め込まれた認証情報が失われることがない画像処理装置およびその方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を達成するための手段】上記目的を達成するために、本発明にかかる画像処理装置は、所定の処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換する変換手段と、画像データに対して前記所定の処理を行う処理手段と、前記所定の処理がなされた画像データを量子化処理する量子化手段とを有する。

【0008】好適には、前記処理手段は、前記画像データを分割し、分割した画像データそれぞれに埋め込みデータを埋め込む埋込処理を行い、前記分割された画像データそれぞれに埋め込まれた埋め込みデータを検出する検出手段をさらに有する。

【0009】好適には、前記変換手段は、画像データに含まれる画素それぞれの形式を変換する形式変換手段と、前記量子化処理に用いられる量子化値に基づいて、前記形式が変換された画素データの値を調節処理する調節手段とを有し、前記形式が変換された画素データそれぞれが、前記所定の処理により加わる誤差の値により量子化処理後の値が変化しないようになるまで、前記形式変換処理と、前記調節処理とを繰り返す。

【0010】好適には、前記処理手段は、前記画像データに対して埋込データを埋め込む埋込処理を前記所定の処理として行う。

【0011】好適には、前記処理手段は、所定の鍵情報と前記画像データとに基づいてハッシュ値を計算するハッシュ値計算手段と、計算の結果として得られた前記ハッシュ値を、前記画像データに埋め込む埋込処理手段とを有する。

【0012】好適には、前記画像データに埋め込まれた埋込データを検出する検出手段をさらに有する。

【0013】好適には、前記量子化された画像データを逆量子化する逆量子化手段と、前記逆量子化された画像データに埋め込まれたハッシュ値を抽出する抽出手段と、前記画像データと、前記ハッシュ値の計算に用いられた鍵情報とに基づいて、ハッシュ値を計算する計算手段と、前記抽出されたハッシュ値と前記計算されたハッシュ値とに基づいて、前記量子化された画像データに改ざんが加えられたか否かを検出する改ざん検出手段とを有する。

【0014】また、本発明にかかる画像処理方法は、所定の処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換し、画像データに対して前記所定の処理を行い、前記所定の処理がなされた画像データを量子化処理する。

【0015】また、本発明にかかる記録媒体は、所定の処理により加わる誤差によって量子化処理後の値が変化しないように画像データの値を変換する変換ステップと、画像データに対して前記所定の処理を行う処理ステップと、前記所定の処理がなされた画像データを量子化処理する量子化ステップとをコンピュータに実行させる

プログラムを記録する。

【0016】

【発明の実施形態】〔第1実施形態〕以下、本発明の第1実施形態を説明する。

【0017】【改変判定装置1】図1は、本発明にかかる画像処理方法を実現する画像処理装置1の構成を示す図である。図1に示すように、画像処理装置1は、CRT表示装置あるいは液晶表示装置等の表示装置100、キーボードおよびマウス等を含む入力装置102、デジタルカメラインターフェースIF（カメラIF）104、メモリカードインターフェースIF（メモリカードIF）106、MO装置およびCD装置等の記憶装置108、および、メモリ112およびマイクロプロセッサ（CPU）114等を含むコンピュータ本体（PC本体）110から構成され、必要に応じて、さらに通信装置116が付加される。つまり、画像処理装置1は、一般的なコンピュータに、カメラIF104およびメモリカードIF106を付加した構成を採る。

【0018】画像処理装置1は、これらの構成部分により、デジタルカメラ140が撮影した画像データ（JPEG、BMPあるいはYUVなど形式を問わない）を、カメラIF104を介して受け入れる。あるいは、画像処理装置1は、デジタルカメラ140がメモリカード142に記録した画像データを、メモリカードIF106を介して受け入れる。

【0019】さらに、画像処理装置1は、光磁気ディスク（MO）あるいはコンパクトディスク（CD）等の記録媒体120に記録されて記憶装置108に供給される埋込・検出プログラム2（図2等を参照して後述する）を、メモリ112にロードして実行し、受け入れた画像データに対して、量子化処理しても失われることがないように電子透かし（埋め込みデータ）の埋め込み処理を行う。

【0020】また、画像処理装置1は、埋込・検出プログラム2を実行し、画像データに埋め込まれた電子透かしを検出し、画像データに対して改ざんが加えられたか否かを判定する。

【0021】〔埋込・検出プログラム2〕まず、埋込・検出プログラム2の構成および動作を説明する。図2は、図1に示した画像処理装置1が実行し、本発明にかかる画像処理方法を実現する埋込・検出プログラム2の構成を示す図である。図2に示すように、埋込・検出プログラム2は、OS80、埋込・抽出部3、鍵情報データベース（DB）22および画像データベース（DB）24から構成される。埋込・抽出部3は、埋込パラメータDB20、制御部26、埋込部30および抽出部40から構成される。

【0022】〔OS80〕OS80は、例えば、OS/2（IBM社）あるいはウィンドウズ（マイクロソフト社）等のオペレーティングシステムソフトウェアであっ

て、埋込・検出プログラム2の各構成部分の実行制御を行う。

【0023】〔制御部26〕埋込・抽出部3の制御部26は、例えば、表示装置100に操作用のGUI画像（図示せず）を表示し、表示されたGUI画像に対するユーザの操作を受け入れ、必要に応じて、受け入れた操作を示す操作データを、埋込・検出プログラム2の各構成部分に供給する。また、制御部26は、受け入れたユーザの操作に応じて、埋込・検出プログラム2の各構成部分の動作を制御する。

【0024】〔画像DB24〕画像DB24は、埋込部30が電子透かしを埋め込んだ圧縮画像データ（JPEGデータ）を記憶装置108に挿入された記録媒体120、あるいは、メモリカードIF106に挿入されたメモリカード142に記憶・管理し、記憶・管理した画像データを読み出して抽出部40に対して出力する。

【0025】〔鍵情報DB22〕鍵情報DB22は、画像DB22が管理するJPEGデータと、埋込部30が、このJPEGデータへ電子透かしを埋め込む際に、乱数を発生させるために用いる鍵（例えば64ビットの数値）とを対応付けた鍵情報を記憶装置108等に記憶・管理し、記憶・管理した鍵情報を読み出して埋込部30および抽出部40に対して出力する。

【0026】〔埋込パラメータDB20〕埋込パラメータDB20は、電子透かしの埋め込みに用いるパラメータを記憶・管理し、埋込部30に対して出力する。

【0027】〔埋込部30〕図3は、図2に示した埋込部30の構成を示す図である。図4は、注目DCT係数を示す図である。図3に示すように、埋込部30は、埋込前処理部32、ハッシュ（Hash）値計算部300、ハッシュ値埋込部302および出力フォーマット変換部304から構成される。埋込部30は、これらの構成部分により、まず、各種（JPEG、RGB（ビットマップ（BMP））および輝度・色差（YUV）等）の形式の画像データから、予め定められたハッシュ関数とキーとを用いて、注目するDCT（図4）係数のハッシュ値を計算する。

【0028】さらに、埋込部30は、計算の結果として得たハッシュ値を、画像データ自体に対して電子透かしの手法を用いて埋め込む、あるいは、画像データのヘッダ部分に埋め込む等の方法により、画像データに付加する。なお、埋込部30を画像データのY、U、V各成分から得られたDCT係数に対して、電子透かしの手法を用いてハッシュ値を埋め込むように構成することも、Y、Cr、Cb各成分から得られたDCT係数に対してハッシュ値を埋め込むように構成することも可能であるが、説明の明確化のために、以下、埋込部30が、計算して得たハッシュ値を、画像データのY、U、V各成分から得られたDCT係数に対して埋め込む場合を具体例とする。

【0029】[埋込前処理32]図5は、図3に示した埋込前処理部32の構成を示す図である。また、図5に示すように、埋込パラメータDB20(図2)の埋込前処理32は、フォーマット認識部320、逆量子化部(Q^{-1})322、量子化値計算部324、J PEG' / BMP変換部326、YUV / BMP変換部328、BMP / J PEG' 変換部330およびDCT係数調整部332から構成される。

【0030】埋込部30は、これらの構成部分により、DCT変換してハッシュ値を埋め込んで電子透かしを埋め込み、さらに、圧縮符号化してJ PEG形式の圧縮画像データ(J PEGデータ)とした場合であっても、埋め込んだハッシュ値が失われない状態(安定状態)になるように、画像データ(BMPデータ)に対して埋込前処理を行う。

【0031】[フォーマット認識部320]埋込前処理32において、フォーマット認識部320は、入力された各種形式の画像データ(J PEGデータ、BMPデータ、YUV形式の画像データ(YUVデータ)等)のデータフォーマットを識別し、入力された画像データがいずれの形式であるかを判断し、J PEGデータが入力された場合には、入力されたJ PEGデータを復号部322に対して出力し、BMPデータが入力された場合には、入力されたBMPデータをBMP / J PEG' 変換部330に対して出力し、YUVデータが入力された場合には、入力されたYUVデータをYUV / BMP変換部328に対して出力する。

【0032】さらに、フォーマット認識部320は、BMPデータにおいてハッシュ値を埋め込む領域を、例え

$$T[X][Y] = 1 : (X, Y) \in A \text{ の場合} \\ = 0 : (X, Y) \in A \text{ 以外の場合} \quad (1)$$

【0036】[復号部322]J PEGデータは、DCT係数に対して量子化処理およびハフマン(Huffman)符号化処理を施すことにより生成される。復号部322は、まず、フォーマット認識部320から入力されたJ PEGデータをハフマン復号する。また、復号部322は、復号したJ PEGデータのY, U, V各成分からそれらの量子化値 $q[k]$ を計算し、埋込量子化値計算部324に対して出力する。また、復号部322は、計算の結果として得た量子化値 $q[k]$ それぞれを用いて、ハフマン復号したJ PEGデータのY, U, V各成分を逆量子化して、Y, U, V各成分のDCT係数J PEG' / BMP変換部326に対して出力する。

【0037】[YUV / BMP変換部328]YUV / BMP変換部328は、YUVデータを、下式2に示す

$$R = (\text{int})(Y + V * 1.4020) \\ G = (\text{int})(Y - U * 0.3441 - V * 0.7139) \\ B = (\text{int})(Y + U * 1.7718 - V * 0.0012) \quad (2)$$

但し、

は 16×16 画素構成のMCU単位で指定する領域指定データAを受け、領域指定データAが示すMCUそれぞれに含まれるDCT係数が安定状態であるか否かを示すMCUテーブルT[X][Y]、例えば、BMPデータが 720×480 画素構成である場合には $X = 45$, $Y = 30$)を作成する。

【0033】なお、領域指定データAにより指定される領域は、J PEG' / BMP変換部326およびYUV / BMP変換部328による変換処理の対象とはならない。画質に与える影響を最小にすることができるという意味で、領域指定データAを、画面の端の領域を指定するように作成すると、そうでない場合に比べてより好適である。フォーマット認識部320は、作成したMCUテーブルTを、J PEGデータ、BMPデータおよびYUVデータそれぞれに付して、復号部322、BMP / J PEG' 変換部330およびYUV / BMP変換部328にそれぞれに対して出力する。

【0034】上述のように、MCUテーブルTは、例えば 45×30 のマトリクス形式で表され、MCUテーブルTの各要素T[X][Y]それぞれは、例えば、対応するMCUのDCT係数データが安定状態である場合には値1、安定でない場合には値0を採る。フォーマット認識部320は、下式1に示すように、MCUテーブルTの初期値として、領域指定データAが示すMCUに対応するMCUテーブルTの要素T[X][Y]の値を1とし、これら以外のMCUテーブルの要素T[X][Y]の値を0とする。

【0035】

【教1】

ようにBMPデータ(RGB)に変換し、MCUテーブルTと対応付けてBMP / J PEG' 変換部330に対して出力する。なお、YUV / BMP変換部328によりYUVデータをBMPデータに変換する理由は、YUVデータのY, U, V各成分が、オーバーフローあるいはアンダーフローを起こしていても($0 \leq Y < 256$, $-128 \leq U, V < 128$)、BMPデータに変換した場合に、BMPデータのR, G, B各成分にオーバーフローあるいはアンダーフローが生じる場合があるので、このような場合においても、最終的に得られるDCT係数を安定状態とすることができるようにするためである。

【0038】

【教2】

$R = R > 255 ? 255 : R < 0 ? 0 : R$

G = G>255 ? 255 : G<0 ? 0 : G

B = G>255 ? 255 : B<0 ? 0 : B

ここで、A = B ? C : Dは、C codeのものと同じで、

A = C (if B is TRUE)

A = D (if B is NOT TRUE)

である。

【0039】J PEG' /BMP変換部326 J PEG' /BMP変換部326は、復号部322およびDCT係数調整部332から入力されるDCT係数J PEG' の内、領域指定データAが示す領域以外のMCUのY, U, V成分それぞれのDCT係数を逆DCT (IDCT) 処理する。J PEG' /BMP変換部326は、さらに、IDCT処理の結果として与えられたY, U, V成分を、YUV/BMP変換部328と同様に上記式2に従ってBMPデータに変換し、MCUテーブルTと対応づけてBMP/J PEG' 変換部330に対して出力する。

【0040】BMP/J PEG' 変換部330 BM

Y = R*0.2990 + G*0.5870 +B*0.1140

U = -R*0.1684 - G*0.3316 +B*0.5000

V = R*0.5000 - G*0.4187 -B*0.0813

【0042】埋込量子化値計算部324埋込量子化値計算部324は、領域指定データAにより示されるDCT係数(注目DCT係数) d c t _ c o e f f i の埋込量子化値 q _ e m b [k] を算出する。さらに埋込量子化値計算部324の処理を詳細に説明する。埋込量子化値計算部324は、注目DCT係数 d c t _ c o e f f i およびデコーダ最大計算誤差δを、埋込パラメータDB20(図2)から受ける。

【0043】注目DCT係数 d c t _ c o e f f i]

ここでは、注目DCT係数 d c t _ c o e f f i を詳細に説明する。注目DCT係数 d c t _ c o e f f i は、電子透かしを埋め込みに用いる8×8要素構成のDCTブロックに含まれる1つ以上のDCT係数であり、Y, U, V成分のいずれのDCT係数であってもよいが、以下、説明の明確化のために、注目DCT係数 d c t _ c o e f f i としてY成分のDCT係数の内の直流成分 d c t _ c o e f f i (0, 0) を用い、ハッシュ値の埋め込みのために、同じくY成分のDCT係数の内の(1, 1), (1, 2), (2, 1), (2, 2)を利用する場合を具体例とする。

【0044】デコーダ最大計算誤差δここでは、デコーダ最大計算誤差δを詳細に説明する。また、ハッシュ値を埋め込んだJ PEGデータを伸長復号処理するデコーダが違う場合には、システム間でIDCT処理の結果に誤差が生じる可能性がある。デコーダ最大計算誤差δは、埋め込み量子化値:システム(decoder)の違いから生じるIDCT処理の誤差の2倍の値に設定される。な

q _ e m b [k] = (int)((δ-1)/q[k]+1)*q[k]

【0048】なお、量子化値 q [k] がデコーダ最大計

P/J PEG' 変換部330は、J PEG' /BMP変換部326、フォーマット認識部320またはYUV/BMP変換部328から入力されるBMPデータの内、同じくこれらから入力されるMCUテーブルTの値0の要素T[X][Y](T[X][Y]=0)に対応するMCUに含まれるBMPデータのR, G, B成分それぞれを、下式3に示すように、Y, U, V各成分に変換し、さらに、変換の結果として与えられたY, U, V各成分を、8×8構成のDCTブロックごとにDCT処理してDCT係数J PEG' を生成する。つまり、BMP/J PEG' 変換部330は、入力されるBMPデータの内、まだ安定状態になっていないBMPデータをDCT係数J PEG' に変換する。BMP/J PEG' 変換部330は、変換処理の結果として得られたDCT係数J PEG' を、MCUテーブルTと対応づけてDCT係数調整部332に対して出力する。

【0041】

【数3】

(3)

お、IDCT処理の誤差は、ほとんどの場合、2以下である。従って、デコーダ最大計算誤差δの設定値は4以上あれば充分である。以下、デコーダ最大計算誤差δの値を、充分に大きい12に設定する場合を具体例として説明する。

【0045】埋込量子化値計算部324は、埋込前処理32に入力された画像データがJ PEGデータである場合には、復号部322から入力された量子化値 q [k] を、J PEGデータでない場合には、例えば、入力装置102を介してユーザが入力する量子化値 q [k] を用いて以下の処理を行う。なお、埋込量子化値計算部324は、例えば、埋込前処理32に入力された画像データがJ PEGデータでなく、しかも、入力装置102から量子化値 q [k] の入力が無い場合には、量子化値 q [k] の全ての要素の値をデコーダ最大計算誤差δに設定する(q[k]=δ)。

【0046】次に、埋込量子化値計算部324は、領域指定データAが示す注目DCT係数 d c t _ c o e f f i それぞれに対応する埋込量子化値 q _ e m b [k] (k(i d c t _ c o e f f i)) を、下式4に示すように計算する。なお、埋込量子化値 q _ e m b [k] は、ハッシュ値を埋め込んだDCT係数を量子化処理するために用いられる量子化値であって、量子化値 q [k] の整数倍の値を探る。

【0047】

【数4】

(4)

算誤差δよりも大きい場合(q[k] ≥ δ)、埋込量子

化値 $q_emb[k]$ と量子化値 $q[k]$ とは一致する ($q_emb[k] = q[k]$)。また、埋込前処理 32 に J P E G データが入力される場合、量子化値 $q[k]$ の変更は不要である。

【0049】 DCT 係数調整部 332 は、J P E G' / B M P 変換部 326、B M P / J P E G' 変換部 330 および DCT 係数調整部 332 により構成されるループ処理を制御し、このループ処理を所定の回数 (例えば 5 回) 繰り返して、B M P / J P E G' 変換部 330 から入力された注目 DCT 係数 $dct_coeff[i]$ が、埋込量子化値 $q_emb[k]$ の整数倍に近い値をとるように、つまり、注目 DCT 係数 $dct_coeff[i]$ が安定状態になるようにそれらの値を調整する。

【0050】 以下、さらに DCT 係数調整部 332 の処理を詳細に説明する。DCT 係数調整部 332 は、埋込パラメータ D B 20 (図 2) から安定化閾値 Δ を受け

$$|c[k] - coeff_emb[k] * q_emb[k]| < \Delta / 2 \quad (5)$$

【0053】 DCT 係数調整部 332 は、全ての MCU の全ての DCT ブロックに含まれる DCT 係数が式 5 を満たし、安定状態になっている場合には、注目 DCT 係数 $dct_coeff[i]$ およびその他の DCT 係数を画像 D B 24 (図 2) に対して出力し、安定状態になっていない場合には、安定状態になっていない DCT 係数が安定状態になるように調節する。なお、DCT 係数調整部 332 は、 $coeff_emb[k]$ を、領域指定データ Λ が示す注目 DCT 係数 $dct_coeff[i]$ とし、それ以外の DCT 係数は、量子化処理した値 ($c[k] = coeff_emb[k] * q_emb[k]$;

$$\begin{aligned} & \text{if } k \in \{dct_coeff\} \\ & c[k] = (int)(c[k]; 0 ? c[k] / q[k] + \alpha : c[k]; 0 ? c[k] / q[k] - \alpha : 0) * q[k] \\ & \text{otherwise} \end{aligned}$$

但し、

$$coeff_emb[k] = (int)(c[k]; 0 ? c[k] / q_emb[k] + \alpha : c[k]; 0 ? c[k] / q_emb[k] - \alpha : 0) \quad (6)$$

【0056】 式 6 において、 α は 0 ~ 0.5 の間の値を採る数値であって ($0 \leq \alpha \leq 0.5$)、 α の値を大きくすると、安定化処理が再生画像に与える変化を小さくすることができる。しかしながら、変換後の $coeff[k]$ の値の絶対値は常に大きくなり、安定状態にした後の DCT 係数を変換して得られる B M P データの R、G、B 成分の値に近づくので、B M P データの R、G、B 成分の値にオーバーフロー・アンダーフローが生じやすい。一方、 α を小さくすると、変換後の $coeff[k]$ の値の絶対値は常に小さくなり、安定状態にした後の DCT 係数を変換して得られる B M P データの R、G、B 成分それぞれの値は 128 に近づくので、B M P データの R、G、B 成分の値にオーバーフロー・アンダーフローが生じにくい。

【0057】 このような α の性質を考慮し、安定化処理

る。安定化閾値 Δ は、注目 DCT 係数 $dct_coeff[i]$ が、埋込量子化値 $q_emb[k]$ の整数倍に近い値になっているかを判断するために用いられる閾値であって、例えばデコード最大計算誤差 δ よりも小さい値、例えば 1 程度の値に設定される ($\delta > \Delta = 1$, 0)。

【0051】 DCT 係数調整部 332 は、次に、領域指定データ Λ により示される MCU の DCT ブロックそれぞれに含まれる各 DCT 係数が、下式 5 を満たしているかを判断する。DCT 係数調整部 332 は、判断対象の DCT ブロックに含まれる DCT 係数のすべてが下式 5 を満たしている場合には、この DCT ブロックに対応する MCU テーブル T の要素 T [X] [Y] の値を安定状態を示す 1 とし (T [X] [Y] = 1)、これ以外の場合には 0 とする (T [X] [Y] = 0)。

【0052】

【数 5】

$eff_i[k] = c[k] / q[k]$ を、画像 D B 24 (図 2) に対して出力する。

【0054】 [DCT 係数の安定化] ここでは、DCT 係数調整部 332 が DCT 係数を安定状態にする処理 (安定化処理) を詳細に説明する。DCT 係数調整部 332 は、値が 0 の MCU テーブル T の要素 T [X] [Y] に対応する MCU の DCT 係数を、下式 6 に示すように変換する。

【0055】

【数 6】

が再生画像に与える影響を極力小さくし、かつ、安定化した DCT 係数を変換して得られる B M P データにオーバーフロー・アンダーフローが生じないようにするために、DCT 係数調整部 332 は、J P E G' / B M P 変換部 326、B M P / J P E G' 変換部 330 および DCT 係数調整部 332 によるループ処理を 1 回行うごとに、 α の値を減らしてゆくようにする。

【0058】 例えば、J P E G' / B M P 変換部 326、B M P / J P E G' 変換部 330 および DCT 係数調整部 332 によるループ処理の回数を $loopcount$ とすると、DCT 係数調整部 332 は、下式 7 に示すように、ループ処理の回数に応じて α の値を少なくする。

【0059】

【数 7】

$$\alpha = 0.5 \text{loopcount}/10 \quad (\text{loopcount} < 5) \\ 0 \quad (\text{loopcount} \geq 5) \quad (7)$$

【0060】DCT係数調整部332は、上述した調整を、値が0のMCUレベルの要素T[X][Y]に対応するMCUに含まれるDCTブロック全てのDCT係数に対して行い、JPEG'/BMP変換部326に対して出力する。

【0061】なお、ごくまれに、JPEG'/BMP変換部326における処理でオーバーフロー・アンダーフローが生じていて、ループ処理を5回繰り返した後でも、式(5)の条件を満たすことがないDCT係数が存在することがある。このような場合に対応するために、DCT係数調整部332は、ループ処理を5回繰り返した後には、さらに、DCT係数の値が式(5)の条件を満たすようになるまでループ処理を1回ずつ追加して行い、ループ処理を1回追加するたびに、coeff_emb[k]の絶対値を1(但し、何らかの制約がある場合、その制約を満たす1以上の最小数)ずつ減らす。このように、ループ処理を追加し、ループ処理1回ごとにcoeff_emb[k]の絶対値を1(但し、何らかの制約がある場合、その制約を満たす1以上の最小数)ずつ減らすことにより、DCT係数調整部332は、画像の変化を極力少なくしつつ、ループ処理を有限回数に抑える。

【0062】以上説明した埋込前処理32の処理により、図6(A)に示すように分布していた注目DCT係数dct_coeff_iの値は、図6(B)に示すように、埋込量子化値q_emb[k]の整数倍に近い値を

$$\text{err}[k] = |c2[k] - \text{coeff_emb}[k] * q_emb[k]| \geq q_emb[k]/2 \quad (> = \delta/2) \quad (8)$$

【0065】例えば、あるBMPエンコードでiDCT処理結果(iDCTデータ)あるいはYUVデータをBMPデータに変換する処理を小数点第1位まで用いて計算する際に、iDCTデータの計算誤差が最悪0.05あり、iDCT処理で、係数1つにつき64回の加算または減算を行うとすると、計算誤差は最悪3.35(=0.05×64×3)となるが、上述したように、最大誤差δを12より大きい値にすれば、上述した式8を満たすことはない。

【0066】逆に、iDCT等の計算で少数第1位以上の誤差があるようなシステムは、誤差が大きすぎで、単なる変換だけで画像が大きく変化してしまい、使用に耐えないシステムと言える。多数のシステムを調べると、最悪でerr[k]=3.0程度である。よって、全ての{dct_coeff_i}に対して全てのq_emb[k]による量子化値coeff_emb[k]は、JPEGデータをBMPデータに変換する処理に耐えられることになる。そのため、coeff_emb[k]のハッシュ値を取り、その結果をJPEGデータのヘッダ部分に書き込むか、画像自体に電子透かしで埋めておけば良い。

【0067】埋込みに使われる領域Aを除き、鍵Bからえられる、埋込み者、検出者で共通の鍵Kを使い、

換えるようになり、埋込量子化値q_emb[k]の整数倍を中心とする広がりα(α<δ)の範囲内に分布するようになる。

【0063】[ハッシュ値計算部300]再び図3を参照する。以上説明した埋込前処理32(図3、4)の処理により、{dct_coeff_i}の全てのDCT係数が埋め込みの量子化値q_emb[k]の整数倍の近傍に来て安定化している。即ち、上述した式5を満たしている。問題は、埋込前処理32の出力から得られるJPEGデータを、JPEG'/BMP変換部326(図5)以外BMPエンコードにより処理して式5に示した性質が保てるか否かである。例えば、埋込前処理32(図3、4)の出力データをinput.bmp、え44以外のエンコードで作られるBMPデータをinput2.bmpとすると、これらの違いは、JPEGデータをiDCTし、さらにYUVデータに変換し、これをBMPデータに変換する処理における計算の誤差であり、この誤差のために、2つのinput.bmpとinput2.bmpとが、下式8に示すように、量子化値を跨いでしまう可能性が高い。即ち、input.bmpから導かれたDCT係数c2[k]が、下式8を満たす可能性は小さい。

【0064】

【数8】

ハッシュ値DCT_hashを、下式9に示すように計算する。

【0068】

【数9】

$$\text{DCT_hash} = \text{hash}(K, \text{coeff_emb}[k]) \quad (9)$$

【0069】なお、式9におけるhash()としては、MD5などがある。また、鍵Kとしては、64ビット鍵、DCT_hashは64ビット長が妥当な長さである。

【0070】[ハッシュ値埋込部302]ハッシュ値埋込部302は、ハッシュ値計算部300で導かれたDCT_hashを画像に埋め込む。画像に埋め込むアルゴリズムは用いてもよいが、画像を痛めない方法としてはLSB法がよい。LSB法とは、電子透かしをデジタルコンテンツに埋め込む方式の1つで、コンテンツの特徴量のLSB(least significant bit、最下位bit)にある規則に従って変化させることによって、情報を埋め込む。LSBを変化させる理由は、埋め込み後のデジタルコンテンツ(画像、音)の変化が殆ど無い為である。

【0071】以下、具体例を挙げて説明する。埋込パラメータDB2(図2)から得られる埋め込みに利用するDCT係数{dct_coeff_i}の要素がn個ある

り、hash_embが64ビットで、1つのサブブロック（8×8画素）にmビットを埋め込む事を考える(n>=m)。つまり、埋め込みに64/m個のサブブロックが必要となる。

【0072】ここで、埋め込みによる画質の痛みを極力防ぐ為に、Aの候補を予め幾つか決めておいて（例：画面の上、下、右、左端の4個所）、そのどこかに埋めて、検出時に全て試すという方法もある。さて、ここで、{dct_coeff[i]}のLSBに埋めたいbitを埋めていくわけである。

【0073】

【数10】

$$\text{emb_coeff}[k] = 2p + \text{emb_bit}[k] \quad (10)$$
pはある整数、emb_bit[k]は係数kに埋めたいbit, 0 or 1

【0074】上式10を満たすようにemb_coeff[k]を変更後、Aの領域のみのDCT係数をJPEG'/BMP変換部326（図6）に投入し、A内の全ての{dct_coeff[i]}のDCT係数が、上式10を満たしつつ安定になるようにすれば良い。この場合、常に、emb_coeff[k]の値の絶対値が大きくなる方向に変更していれば、つまりαを小さく取れば、収束は速く、式6が達成できる。式6が達成出来れば、Aは安定の為、BMPデータに変換した後も、埋めたビットが変化しない。

【0075】【出力フォーマット変換部304】出力フォーマット変換部304は、ハッシュ値抽出部302の出力結果に対して量子化処理などを行い、入力装置102（図1）を介して設定されるユーザ所望の出力フォーマットに変換する。出力フォーマットがJPEGの際、{dct_coeff[i]}に属するDCT係数も、q_emb[k]ではなく、q[k]で量子化する。q[k]で量子化されたcoeff[k]は、emb_coeff[k], q[k], q_emb[k]より、coeff[k] = emb_coeff[k]*q_emb[k]/q[k]によって計算される。

【0076】【検出部40】以下、検出部40（図2）を説明する。埋め込み装置で埋め込まれた画像データを入力し、鍵Kより注目するDCT成分のハッシュ値を計算し、領域Aに埋め込まれているハッシュ値と比較し、画像自体が改ざんされたかどうかを検出する。

【0077】【検出前処理部42】図7は、図2に示した検出前処理部42の構成を示す図である。図7に示した検出前処理部42は、入力画像より埋め込み量子化値q_emb[k]を逆算する。

【0078】【フォーマット認識部420】フォーマット認識部420は、入力画像のフォーマットを認識し、JPEGなら復号部422に対して出力し、BMP、YUVならBMP、YUV/JPEG'変換部424に對

して出力する。

【0079】【復号部422】復号部422は、入力画像を復号し、Aを除く画像全体の注目するDCT成分の係数を逆量子化して、JPEG'画像とする。

【0080】【BMP、YUV/JPEG'変換部424】BMP、YUV/JPEG'変換部424は、入力されたBMP、YUVデータをDCT処理し、JPEG'データに変換する。

【0081】【量子化値逆算部426】

【0082】図9および図10は、図8に示した量子化値逆算部426における埋め込み量子化値逆算処理を示す第1および第2のフローチャートである。量子化値逆算部426は、復号部422およびBMP、YUV/JPEG'変換部424の出力の注目するDCT成分k∈{dct_coeff[i]}の画像全体での絶対値の最大係数をmax[k]として、各々の仮定した量子化値iの回りにどのくらいDCT係数が集まっているかのヒストグラムから示すように計算する。図9に示すように、フォーマット認識部420への入力フォーマットがJPEGの場合、i=q[k]*n（n=1, 2, ...）に対してのみ調べれば良い。

【0083】図9に示した処理より求められたヒストグラム[i]の最大値を与えるiを、max_iとおき、図10に示した処理にしたがって、q_emb[k]を決定する。図10では、図9でq_emb[k]が、max_iの倍数であることからq_emb[k]を求める。

【0084】ここで、T_threは1より少し小さい値で、T_thre=0.8辺りが妥当である。ここで、T_threの値の精度等より図9および図10に示した処理によりうまくq_emb[k]が求められない例外的な画像に関して、埋め込み処理の過程において、図9および図10に示した処理により、正しくq_emb[k]が満たされるようなヒストグラムになるようにすればよい。例えば、q_emb[k]*2nの周りに多く係数が集まってしまうような場合、画像全体のうち、痛みが少なそうなところで、q_emb[k]*2n+1に埋め込むようにすれば良い。

【0085】【ハッシュ値抽出部400】再び図7を参照する。ハッシュ値抽出400は、埋め込み領域Aにおいて、埋込パラメータDB20からの埋め込みDCT成分{dct_coeff[i]}の係数[k]と、検出前処理部42によって計算された、埋め込み量子化値q_emb[k]より、以下の方法でLSBをしらべ、それらを並べて埋め込まれたハッシュ値embed_hashを計算する。

【0086】

【数11】

$$\text{LSB} = (\text{int})((c[k] + \beta) / q_emb[k]) \bmod 2$$

$$\text{但し、} \beta = c[k]; > 0 ? q_emb[k]/2 : -q_emb[k]/2 \quad (11)$$

【0087】ハッシュ値計算部402は、ハッシュ値計算部402は、A以外の領域に対して、 $\{dct_coeff\}$ の係数 $C[k] - q_emb[k]$ より、上記式6において $\alpha=0.5$ として、 $coeff_emb[k]$ を求め、上記式9により DCT_hash を計算する。

【0088】改ざん検出部404は、改ざん検出部404は、ハッシュ値抽出400およびハッシュ値計算部402から得られる DCT_hash 、 $embed_hash$ が、 $DCT_hash == embed_hash$ なら改ざんなし、それ以外の場合 ($DCT_hash \neq embed_hash$) には改ざん有りとして、表示装置100 (図1) 等に表示する。

【0089】全体動作 図11は、埋込・検出プログラム2 (図2) による埋め込み処理を示すフローチャートである。図12は、埋込・検出プログラム2 (図2) による検出処理を示すフローチャートである。なお、図11および図12の各処理中の括弧内の番号は、その処理を行う埋込・検出プログラム2の構成部分 (図3、5、7、8) に付された符号を示す。埋込・検出プログラム2の各構成部分は、図11に示すように埋め込み処理を行い、図12に示すように検出処理を行う。

【0090】変形例 以下、本発明に係る埋め込み装置の変形例を説明する。図13は、埋込・検出プログラム2 (図2) において埋込部30の代わりを用いられる埋込部50の構成を示す図である。図14は、図13に示した埋込前処理部52の構成を示す図である。図15は、図13に示した改ざんマーク埋込部54の構成を示す図である。

$$R = LFSRb(K, R0)$$

【0096】合成部544は、合成部544は、データを埋め込む場合に、埋め込みデータとRより埋め込みビットR'を合成して作成する。なお、合成部544が、改ざんマークを埋め込む場合、 $R' = R$ となる。データを埋め込む場合は、下式13により示されるR'が埋め込みビットになる。ここで、 \wedge はxorを意味する。但し、dataは540

$$R' = R \wedge data$$

【0098】LSB操作部546は、LSB操作部546は、 R' と $q_emb[k]$ 、 $c[k]$ 、 k 、 (x, y) より、 $\{dct_coeff\}$ に属するDCT係数のLSBを操作する。まず、埋め込みビット $emb_bit[k]$ は、下式14を埋め、あとは、上記式10

$$emb_bit[k] = (R' > (xn + 90yn - 1)) \& 1$$

【0100】DCT成分分割部528は、DCT成分分割部528は、復号部522およびBMP、YUV/JPEG'変換部524から入力されるDCT係数(量子化されていない)を注目DCT($\{dct_coeff\}$)とそうでないものに分ける。

【0101】量子化値計算部526は、量子化値計算部

【0091】なお、埋込部50の構成部分の内、出力フォーマット変換部502は、埋込部30 (図3) の出力フォーマット変換部304に同じであり、埋込前処理部52の構成部分の内、フォーマット認識部520、復号部522、BMP、YUV/JPEG'変換部524、量子化値変換部526および量子化値計算部526は、それぞれ埋込前処理32 (図5) のフォーマット認識部320、復号部322、JPEG' / BMP変換部326、YUV/JPEG'変換部328および埋込量子化値計算部324に同じである。また、埋込部50においては領域Aは存在しない。

【0092】埋め込み前処理部52は、埋込前処理部52は、入力画像より、DCT係数を抽出する。

【0093】改ざんマーク埋め込み部54は、改ざんマーク埋込部54は、改ざんマークあるいはデータを埋め込む部分で、埋め込みアルゴリズムは何でも良く、画像を痛めない方法としてはLSB法がある。

【0094】画像分割部540は、画像を 8×8 画素のブロック (インテラブロック) 単位に分割し、入力注目DCT成分1、係数 $c[k]$ と画像位置 (x, y) を出力する。

【0095】乱数発生部542は、乱数発生部542は、鍵Kより乱数Rを発生させる。Rは、埋め込みに必要なビット数だけのビットが必要で、720x480画素の場合、 $90 \times 60 \times n = 5400n$ bit以上である必要がある。Rの作成方法は色々あるが、LFSRを使う場合、 $b = \text{int}((1 - \log 25400n) \text{bit})$ のLFSRを使って、 K をkey、Rを鍵DBより得られる初期値 (鍵の1部と考えても良い)、LFSRbをb bitのLFSR計算部として、下式12により求められる。

$$\{数12\}$$

$$(12)$$

On bitの埋め込みdataで、埋め込みたいdataがm bitで、 $m < 5400n$ bitの場合、埋め込みdataをm周期で繰り返して、5400n/m回繰り返して埋める、等の方法もある。

$$\{0097\}$$

$$\{数13\}$$

$$(13)$$

を満たすように、 $\{dct_coeff\}$ に属する全てのDCT係数を $T[x][y] = 0$ を満たす全てのMCUに対して行う。

$$\{0099\}$$

$$\{数14\}$$

$$(14)$$

526は、上述したように埋込量子化値計算部324と同じである。但し、 $T[45][60]$ を、初期状態 ($T[x][y] = 0, \text{for all } x, y$) で出力する。

【0102】図16は、図15に示した埋込後処理部56の構成を示す図である。なお、埋込後処理部56の構

成部分の内、DCT係数調整564は、埋込前処理32のDCT係数調整部332(図5)と同じである。

【0103】【J P E G' / B M P 変換部560】J P E G' / B M P 変換部560は、入力されたJ P E G' 画像をi D C T変換して、オーバーフロー/アンダーフロー処理をして、B M Pフォーマットの画像に変換する。

【0104】【B M P / J P E G' 変換部562】B M P / J P E G' 変換部562は、入力B M P画像をD C T変換し、J P E G' フォーマットの画像に変換する。

【0105】図17は、埋込・検出プログラム2(図2)において、検出部40の代わりに用いられる検出部60の構成を示す図である。検出部60は、図13～16に示した検出部40により埋め込まれた画像データが、データ埋め込みでなく、改ざんマークを埋め込みである場合、その画像の改ざんの有無を検出し、改ざん場所を8×8画素のブロック単位で特定する。{d c t _ c o e f f i}の要素がn個ある場合、各々の8×6画素構成のブロック(イントラブロック)の改ざん検出率は1-2-nであり、本発明例の様にn=4の場合、その確率は93.75%である。

【0106】【検出前処理部600】検出前処理部600は、図7に示した検出前処理部42と同じである。但し、埋込領域Aはない。

$$x = (\text{int})(p/n) \bmod 90 \\ y = (\text{int})(p/n/90)$$

【0111】【出力フォーマット変換部608】出力フォーマット変換部608は、画像D B 24より入力した画像を、改ざん場所がわかるように変化させて出力する。

【0112】【全体動作】図18および図19は、検出部40および検出部60の処理を示すフローチャートであり、図中の括弧内の番号は、各処理を行う構成部分の符号を示す。検出部40および検出部60は、図18に示すように埋め込み処理を行い、図19に示すように検出処理を行う。

【0113】

【発明の効果】上述したように、本発明にかかる画像処理装置およびその方法は、圧縮符号化に適している。特定的には、本発明にかかる画像処理装置およびその方法によれば、認証情報を埋め込んだ後に量子化処理をしても、埋め込まれた認証情報が失われることがない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる画像処理方法を実現する画像処理装置の構成を示す図である。

【図2】図1に示した画像処理装置が実行し、本発明にかかる画像処理方法を実現する埋込・検出プログラムの構成を示す図である。

【図3】図2に示した埋込部の構成を示す図である。

【図4】注目DCT係数を示す図である。

【0107】【埋め込みデータ抽出部602】埋込データ抽出部602は、{d c t _ c o e f f i}の要素のDCT係数のLSBを抽出し、埋め込みデータを抽出する。イントラローケーション(x, y) (0<x<60, 0<y<90), {d c t _ c o e f f i}の要素数nのLSBを式11により計算し、それを(xn-90yn+1)bit目に持つ5400nbitの抽出データembed_dataを計算する。

【0108】【埋め込みデータ計算部604】埋込データ計算部604は、図15に示した乱数発生部542および合成部544と同じ方法で、埋め込みビット列R'を計算する。

【0109】【改ざん検出・場所特定部606】改ざん検出場所特定部606は、embed_data, R'から入力画像に改ざんがあったかどうか、あった場合、何処が改ざんされたかを特定する。つまり、改ざん検出場所特定部606は、embed_data=R'の場合、改ざんなしと判定し、これ以外の場合(embed_data<R')には、ビット単位で値が合わない部分を全て探す。その際、例えば、p bit目(0 origin)が合わない場合、改ざんのあったintra location (x, y)は、以下の式によって特定出来る。

【0110】

【数15】

(15)

【図5】図3に示した埋込前処理部の構成を示す図である。

【図6】(A)は、図3に示した埋込前処理による安定化処理の前の注目DCT係数d c t _ c o e f f iの値の頻度をq[k]=3, q _ e m b[k]の場合について例示し、(B)は埋込前処理による安定化処理の後の注目DCT係数d c t _ c o e f f iの値の頻度を同様例示するヒストグラムである。

【図7】図2に示した検出部の構成を示す図である。

【図8】図7に示した検出前処理部の構成を示す図である。

【図9】図8に示した量子化値逆算部における処理を示す第1のフローチャートである。

【図10】図8に示した量子化値逆算部における処理を示す第2のフローチャートである。

【図11】埋込・検出プログラム(図2)による埋め込み処理を示すフローチャートである。

【図12】埋込・検出プログラム(図2)による検出処理を示すフローチャートである。

【図13】埋込・検出プログラム(図2)において埋込部の代わりに用いられる埋込部の構成を示す図である。

【図14】図13に示した埋込前処理部の構成を示す図である。

【図15】図13に示した改ざんマーク埋込部の構成を

示す図である。

【図16】図15に示した埋込後処理部の構成を示す図である。

【図17】埋込・検出プログラム（図2）において用いられる第2の検出部の構成を示す図である。

【図18】検出部および検出部（図13～17）の処理を示す第1のフローチャートである。

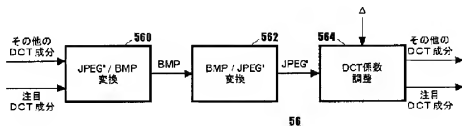
【図19】検出部および検出部（図13～17）の処理を示す第2のフローチャートである。

【符号の説明】

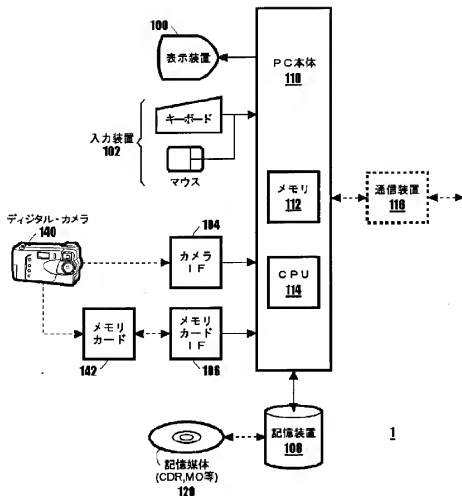
1・・・画像処理装置
100・・・表示装置
102・・・入力装置
104・・・カメラIF
106・・・メモ리카ードIF
108・・・記憶装置
110・・・PC本体
112・・・メモリ
114・・・CPU
116・・・通信装置
120・・・記録媒体
140・・・デジタルカメラ
142・・・メモ리카ード
2・・・埋込・検出プログラム
20・・・埋込パラメータDB
22・・・鍵情報DB
24・・・画像DB
26・・・制御部
30・・・埋込部
32・・・埋込前処理
320・・・フォーマット認識部
322・・・復号部
324・・・埋込量子化値計算部
326・・・JPEG' / BMP変換部
328・・・YUV / BMP変換部
330・・・BMP / JPEG' 変換部
332・・・DCT係数調整部

300・・・ハッシュ値計算部
302・・・ハッシュ値埋込部
304・・・出力フォーマット変換部
40・・・検出部
42・・・検出前処理部
420・・・フォーマット認識部
422・・・復号部
424・・・BMP, YUV / JPEG' 変換部
426・・・量子化値逆算部
400・・・ハッシュ値抽出
402・・・ハッシュ値計算部
404・・・改ざん検出部
50・・・埋込部
52・・・埋込前処理部
520・・・フォーマット認識部
522・・・復号部
524・・・BMP, YUV / JPEG' 変換部
526・・・量子化値計算部
528・・・DCT成分分割部
54・・・改ざんマーク埋込部
540・・・画像分割部
542・・・乱数発生部
544・・・合成部
546・・・LSB操作部
56・・・埋込後処理部
560・・・JPEG' / BMP変換部
562・・・BMP / JPEG' 変換部
564・・・DCT係数調整部
502・・・出力フォーマット変換部
60・・・検出部
600・・・検出前処理部
602・・・埋込データ抽出部
604・・・埋込データ計算部
606・・・改ざん検出場所特定部
608・・・出力フォーマット変換部
80・・・OS

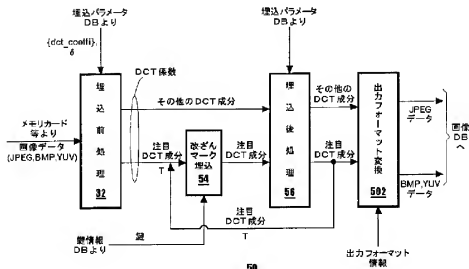
【図16】



【図1】



【図13】



埋込パラメータ DBより
{dct_coef}

画像 DBより

フォーマット逆変換 420

JPEG

Q^{-1} 422

JPEG*

量子化値逆変換 426

注目 DCT 成分 量子化値

画像 DBより

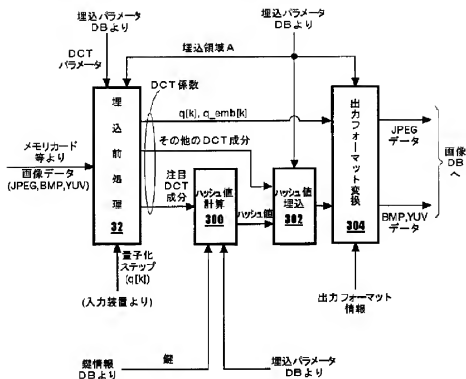
BMP, YUV/JPEG 変換 424

BMP, YUV

JPEG*

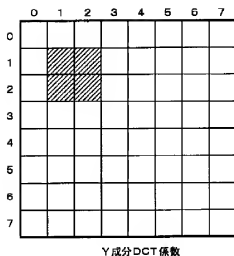
42

【図3】



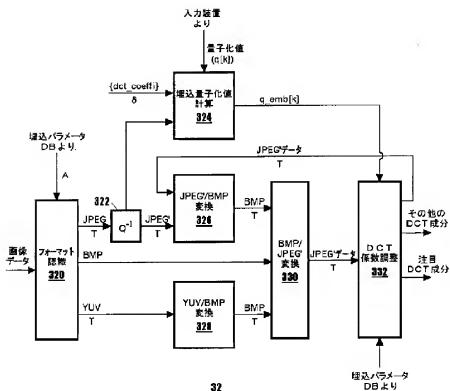
30

【図4】

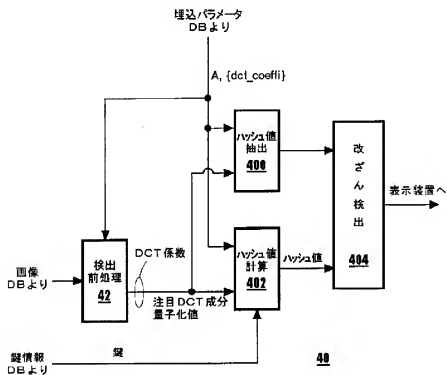


注目する DCT 成分

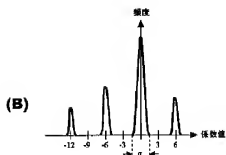
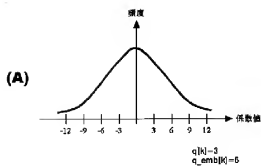
【図 5】



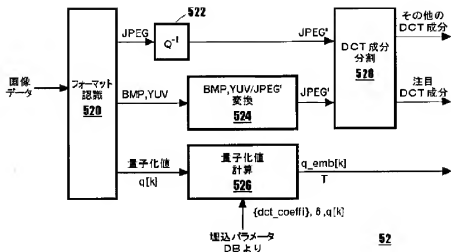
【図 7】



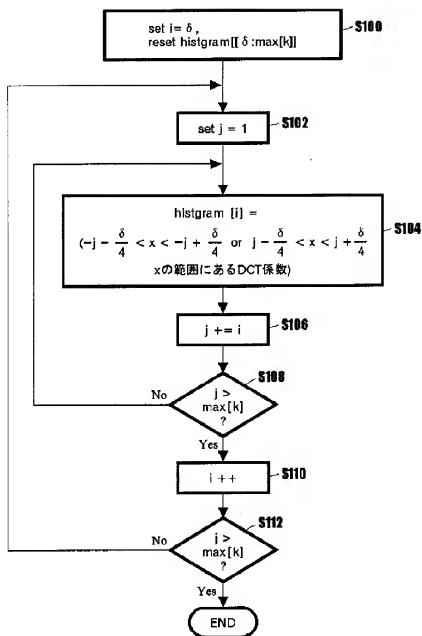
【図 6】



【図 1 4】

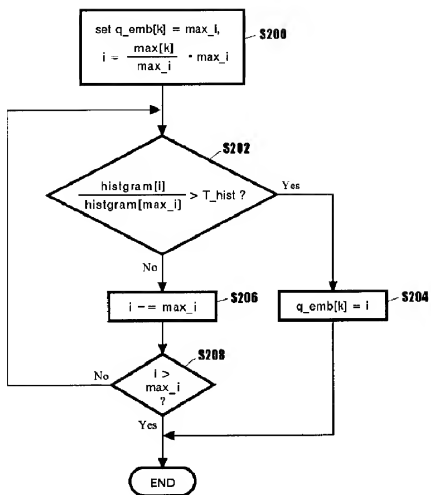


【図9】



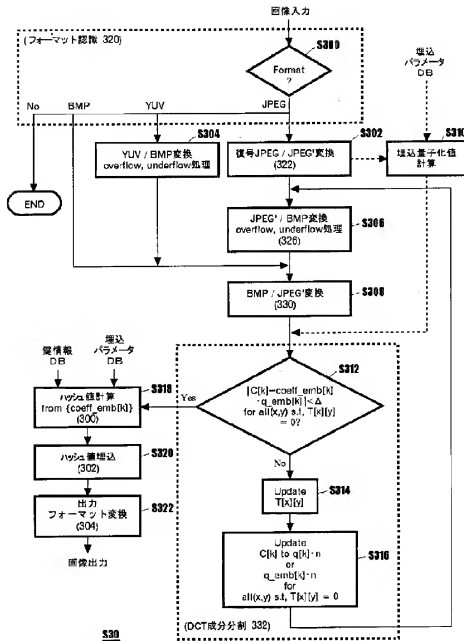
S10

【图 10】

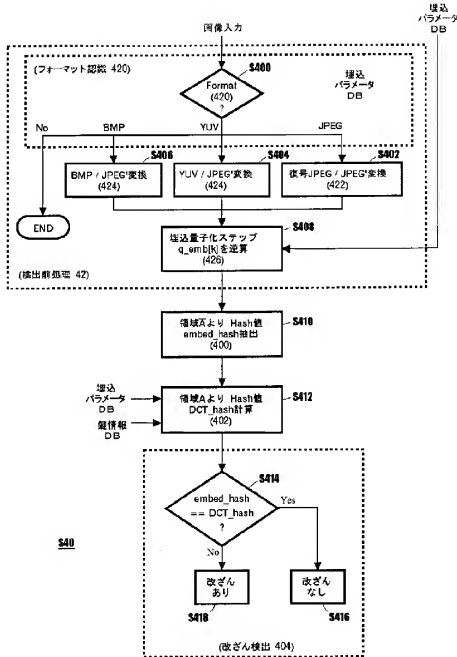


S20

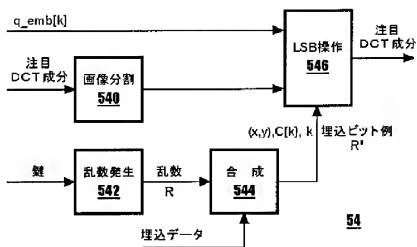
【図 11】



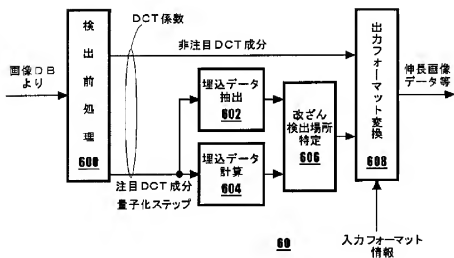
【図12】



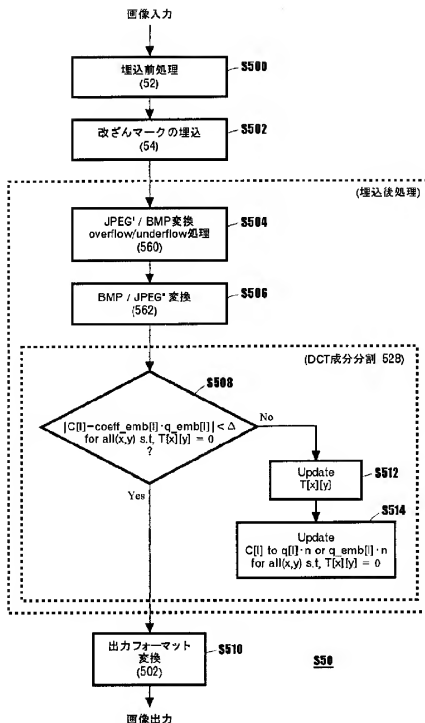
【図15】



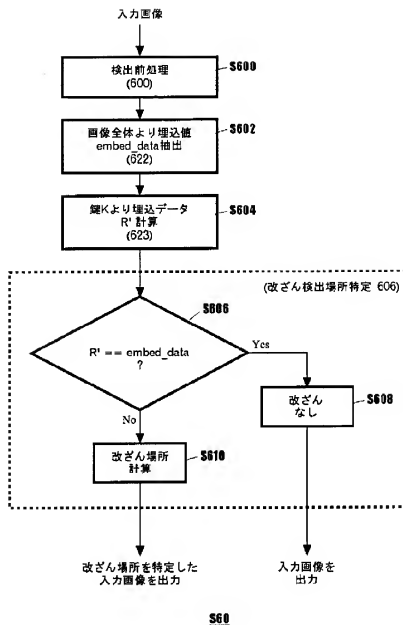
【図17】



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. ⁷
H 0 4 N 7/30

識別記号

F I
H 0 4 N 7/133

テマコード (参考)
Z 5 C 0 7 8

(72) 発明者 上條 浩一
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所
内

(72) 発明者 森本 典繁
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ビー・エム株式会社 東京基礎研究所
内

(72)発明者 利根川 聡子
神奈川県大和市下鶴間1623番地14 日本ア
イ・ピー・エム株式会社 東京基礎研究所
内

F ターム(参考) 5B057 AA11 CA01 CA08 CA12 CA16
CB01 CB08 CB12 CB16 CB19
CE08 CG05 CG09 CH01 CH11
5C053 FA08 FA13 FA27 GB06 GB07
GB21 GB22 GB26 GB33 GB36
GB40 JA21 JA30 KA05 LA06
5C059 KK35 KK43 LA02 MA00 MA23
MD02 PP01 PP14 RC35 SS15
SS20
5C076 AA14 AA36 AA40 BA06 BA09
5C077 LL14 MP08 NP01 PP21 PP23
PQ12 PQ22 RR21 RR30
5C078 AA09 BA57 CA14 CA47 DA01
DA02